

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G02B 21/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/28646 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Juli 1998 (02.07.98)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02895</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Dezember 1997 (12.12.97)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 196 54 211.1 24. Dezember 1996 (24.12.96) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LEICA LASERTECHNIK GMBH [DE/DE]; Im Neuenheimer Feld 518, D-69120 Heidelberg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ENGELHARDT, Johann [DE/DE]; Schießmauerweg 6, D-76669 Bad Schönborn (DE). IHRIG, Christiane [DE/DE]; Ketscher Ring 12, D-68219 Mannheim (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: OPTICAL ARRANGEMENT DISPOSED IN A MICROSCOPE BEAM PATH

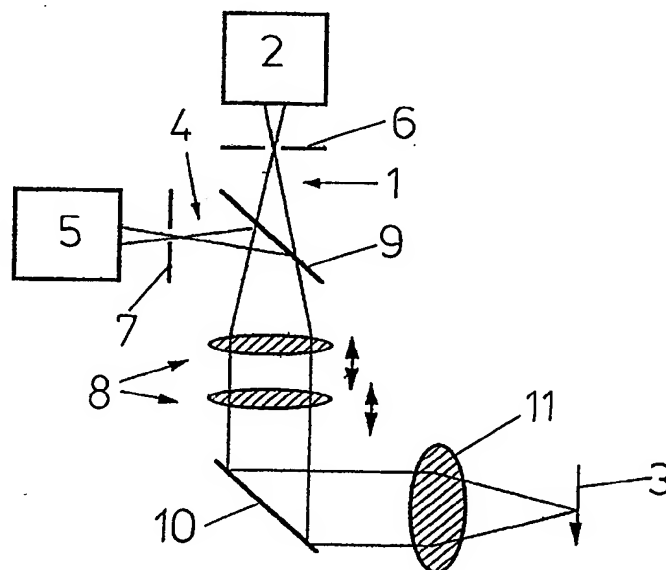
(54) Bezeichnung: OPTISCHE ANORDNUNG IM STRAHLENGANG EINES MIKROSKOPS

(57) Abstract

The invention concerns an optical arrangement disposed in the beam path of a microscope, in particular a confocal scanning microscope, an illuminating pinhole diaphragm (6) and a detection pinhole diaphragm (7) being disposed in the illuminating beam path (1) between the light source (2) and subject (3) and in the detection beam path (4) between the detector (5) and the subject (3), respectively. In order to be able to carry out continuous depth discrimination and adapt itself optimally to lenses, wavelengths and efficiency, the optical arrangement is designed and developed such that a varifocal lens system (8) for varying the optically effective pinhole diaphragm diameter is provided at least between one of the pinhole diaphragms (6, 7) and the subject (3).

(57) Zusammenfassung

Eine optische Anordnung im Strahlengang eines Mikroskops, insbesondere eines konfokalen Rastermikroskops, wobei sowohl im Beleuchtungsstrahlengang (1) zwischen Lichtquelle (2) und Objekt (3), als auch im Detektionsstrahlengang (4) zwischen Detektor (5) und Objekt (3) jeweils eine Lochblende – Beleuchtungslochblende (6) bzw. Detektionslochblende (7) – angeordnet ist, ist zur kontinuierlichen Tiefendiskrimination sowie zur optimalen Anpassung an Objektive, Wellenlängen und Ausbeute derart ausgestaltet und weitergebildet, daß mindestens zwischen einer der Lochblenden (6, 7) und dem Objekt (3) eine Variooptik (8) zur Variation des optisch wirksamen Lochblendendurchmessers vorgesehen ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Optische Anordnung im Strahlengang eines Mikroskops

Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung im Strahlengang eines Mikroskops, insbesondere eines konfokalen Rastermikroskops, wobei sowohl im Beleuchtungsstrahlengang zwischen Lichtquelle und Objekt als auch im
5 Detektionsstrahlengang zwischen Detektor und Objekt jeweils eine Lochblende - Beleuchtungslochblende bzw. Detektionslochblende - angeordnet ist.

Optische Anordnungen der hier in Rede stehenden Art sind bereits seit langem aus der Praxis bekannt. Lediglich beispielhaft wird hierzu verwiesen auf J. Engelhardt und W. Knebel in "Physik in unserer Zeit", 24. Jahrg. 1993, Nr. 2, S.
10 70-78: "Konfokale Laserscanning-Mikroskopie"; auf J.B. Pawley, in "Handbook of Biological Confocal Microscopy", 2nd Edition, S. 581 ff; sowie auf die EP 0 280 375 B1.

Insbesondere im konfokalen Rastermikroskop ist es erforderlich, die Durchmesser der konfokalen Lochblenden an die unterschiedlichen
15 Abbildungsmaßstäbe für verschiedene Mikroskopobjektive anzupassen. Wird die Lochblende zu groß gewählt, so reduziert sich die Auflösung entlang der optischen Achse. Bei zu klein gewählter Lochblende ist dagegen die Lichtausbeute reduziert, was insbesondere bei Fluoreszenzanwendungen nicht tolerierbar ist. Je nach optischer Anordnung haben herkömmliche Lochblenden
20 einen Durchmesser im Bereich zwischen 10 μm bis 10mm.

Aus der Praxis ist es ebenfalls bereits bekannt, bei sehr langen Strahlengängen verstellbare Irisblenden zu verwenden, wobei diese Irisblenden motorisiert sein

können. Der minimal nutzbare Durchmesser ist dabei jedoch auf ca. 0,1mm begrenzt.

Aus mechanisch-geometrischen Gründen sowie aus Gründen der mechanischen Stabilität und somit auch Justierstabilität sind bei der Realisierung konfokaler Optiken kompakte Bauweisen den langen Strahlengängen vorzuziehen. Bei kurzen Strahlengängen werden Lochblenden mit Durchmessern zwischen 5 und 500 μm verwendet. Die Variation des Lochdurchmessers kann durch Anordnung mehrerer Lochblenden mit jeweils festem Durchmesser erfolgen, die auf einer Scheibe justiert bzw. auf einem Rad angeordnet sind. Entsprechend läßt sich der Lochdurchmesser in diskreten Schritten verändern. Dies ist allerdings wegen der kleinen Lochdurchmesser und der grundsätzlich erforderlichen Positioniergenauigkeit äußerst problematisch, da eine solche Anordnung extrem justieranfällig ist.

Des weiteren ist aus der Praxis auch bereits eine kontinuierlich einstellbare Lochblende bekannt. Hier läßt sich mit Hilfe einer Motorisierung zweier Paare rechtwinklig zueinander angeordneter feiner Schneiden eine rautenförmige, kontinuierlich variable Öffnung zwischen 20 und 500 μm realisieren. Kleinere Durchmesser der Blendenöffnung sind aufgrund der mikromechanischen Anforderungen nach diesem bekannten Prinzip jedoch nicht realisierbar.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine optische Anordnung im Strahlengang des Mikroskops, insbesondere eines konfokalen Rastermikroskops, derart auszugestalten und weiterzubilden, daß eine kontinuierliche Tiefendiskrimination sowie eine optimale Anpassung an Objektive, Wellenlängen und Ausbeute mit einfachen Mitteln bei kleinstmöglicher Bauweise möglich ist.

Die erfindungsgemäße optische Anordnung im Strahlengang eines Mikroskops, insbesondere eines konfokalen Rastermikroskops, löst die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1. Danach ist eine optische Anordnung im Strahlengang eines Mikroskops der hier in Rede stehenden Art
5 derart ausgestaltet und weitergebildet, daß mindestens zwischen einer der Lochblenden und dem Objekt eine Variooptik zur Variation des optisch wirksamen Lochblendendurchmessers vorgesehen ist.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß man die Vorteile einer kompakten optischen Anordnung nutzen und dabei Nachteile einer nicht
10 rotationssymmetrischen Rechteckblende mit begrenztem Minimaldurchmesser vermeiden kann, indem man nämlich mindestens zwischen einer der Lochblenden und dem Objekt eine Variooptik zur Variation des optisch wirksamen Lochblendendurchmessers vorsieht. Die Variooptik dient zur Variation des optisch wirksamen bzw. scheinbaren Lochblendendurchmessers,
15 wobei durch die Variation des Vergrößerungsfaktors bei fester Fokusslage kontinuierlich die gewünschte Tiefendiskrimination einstellbar ist und eine optimale Anpassung an Objekte, Wellenlänge und Ausbeute erfolgen kann.

Wie bereits zuvor erwähnt, ist mindestens zwischen einer der Lochblenden und dem Objekt eine Variooptik vorgesehen, wobei die Variooptik nur für die
20 Lichtquelle, nur für den Detektor oder sowohl für die Lichtquelle als auch für den Detektor wirksam sein kann. Im Rahmen der zuerst genannten Ausgestaltung könnte die Variooptik zwischen der Beleuchtungslochblende und einem Strahlteiler angeordnet sein. Für den Fall, daß die Variooptik nur für den Detektor wirksam ist, könnte die Variooptik zwischen der Detektionslochblende
25 und dem Strahlteiler angeordnet sein. Mit anderen Worten könnte man die Variooptik einerseits der Beleuchtungslochblende und andererseits der Detektionslochblende zum Objekt hin bzw. zum Strahlteiler hin nachordnen.

Sofern die Variooptik sowohl für die Lichtquelle als auch für den Detektor wirksam sein soll, könnte man die Variooptik zwischen dem Strahlteiler und dem Objekt bzw. einem davor angeordneten Objekt und/oder einem Scanner anordnen. Jedenfalls ist im Rahmen einer solchen Ausgestaltung lediglich eine
5 einzige Variooptik erforderlich, die nämlich in dem gemeinsamen Beleuchtungsstrahlengang zwischen Lichtquelle und Objekt einerseits und zwischen Detektor und Objekt andererseits angeordnet ist.

Wie bereits zuvor erwähnt, kann im Strahlengang vor dem Objekt eine Anordnung von Objektiven vorgesehen sein. Wiederum vor diesen Objektiven
10 könnte ein Scanner in herkömmlicher Weise angeordnet sein.

In besonders vorteilhafter Weise kann es sich bei der Variooptik um eine vorzugsweise motorisierte Zoomoptik handeln. Diese kann wiederum als übliche Zoomoptik ausgeführt sein, wie sie bspw. in Videokameras Verwendung findet. Jedenfalls ist es von ganz besonderem Vorteil, wenn sich bei der Zoomoptik bei
15 fester Fokalebene die Vergrößerung oder bei fester Vergrößerung die Fokalebene variieren läßt, so daß eine optimale Variationsmöglichkeit gegeben ist.

Die Variooptik kann in der Weise ausgestaltet sein, daß restliche Farblängsfehler anderer optischer Komponenten des Rastermikroskops
20 ausgeglichen werden.

Der zweite Effekt erlaubt es zusätzlich, daß die Fokalebene durch optische Mittel variiert werden kann, ohne daß das Objekt relativ zum Mikroskopobjektiv bewegt werden muß. Der sich daraus ergebene Vorteil liegt darin, daß der dynamische Einfluß durch die Viskosität des Öls bei der Immersionsmikroskopie
25 keinen Einfluß auf die Fokussierung oder bei Abbildungen entlang der optischen Achse hat.

Ein ganz großer Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung liegt des weiteren darin, daß sowohl die Beleuchtungslochblende als auch die Detektionslochblende als Lochblende mit festem Durchmesser ausgeführt sein kann, so daß hier keine Mikromechanik erforderlich ist. Vorzugsweise sind die Lochblenden mit rundem Durchgang ausgeführt, um nämlich den negativen Effekt der aus der Praxis bekannten rautenförmigen variablen Lochblende ausschließen zu können. In Verbindung mit der Variooptik läßt sich der wirksame Durchmesser bishin zur Beugungsgrenze ohne feinmechanisch aufwendige Techniken und ohne weiterreichende Begrenzungen erreichen, nämlich lediglich unter Verwendung von Lochblenden mit rundem, festem Durchmesser.

Hinsichtlich einer alternativen Ausgestaltung der Lochblende ist es denkbar, diese durch das Ende einer Lichtleitfaser darzustellen, wobei eine solche Darstellung sowohl für die Beleuchtungslochblende als auch für die Detektionslochblende möglich ist. Die Lichtleitfaser könnte dabei als Monomode-Faser ausgeführt sein.

Die Beleuchtungslochblende könnte unmittelbar durch eine hinreichend kleine Lichtquelle dargestellt sein, wobei sich hier eine Kurzbogenlampe ganz besonders eignet.

Die Detektionslochblende könnte alternativ durch einen hinreichend kleinen Detektor dargestellt sein, wobei hier ein ein- oder mehrdimensionales Array in Frage kommt.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der

Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert.

5 In der Zeichnung zeigt die einzige Figur in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen optischen Anordnung im Strahlengang eines konfokalen Rastermikroskops, wobei das Rastermikroskop der Einfachheit halber hier nicht dargestellt ist.

Die Figur zeigt eine optische Anordnung im Strahlengang eines konfokalen Rastermikroskops, wobei sowohl im Beleuchtungsstrahlengang 1 zwischen
10 Lichtquelle 2 und Objekt 3 als auch im Detektionsstrahlengang 4 zwischen Detektor 5 und Objekt 3 jeweils eine Lochblende - Beleuchtungslochblende 6 bzw. Detektionslochblende 7 - angeordnet ist.

Erfindungsgemäß ist zwischen den Lochblenden 6, 7 und dem Objekt 3 eine
Variooptik 8 zur Variation des optisch wirksamen Lochblendendurchmessers
15 vorgesehen. Diese Variooptik 8 ist entsprechend der hier konkret gewählten Anordnung sowohl für die Lichtquelle 2 als auch für den Detektor 5 wirksam, ist nämlich zwischen einem Strahlteiler 9 und dem Objekt 3 angeordnet. Im Konkreten ist der Variooptik 8 ein Scanner 10 - hier vereinfacht als Scan- und Umlenkspiegel dargestellt - und eine Anordnung von Objektiven 11
20 nachgeordnet.

Bei der Variooptik 8 handelt es sich um eine motorisierte Zoomoptik, wie sie in Videokameras Verwendung findet. Dabei läßt sich auf fester Fokalebene die Vergrößerung oder bei fester Vergrößerung die Fokalebene variieren.

Sowohl die Beleuchtungslochblende 6 als auch die Detektionslochblende 7 ist
25 als runde Lochblende mit festem Durchmesser ausgeführt, wobei sich die

Variation des optisch wirksamen Lochblendendurchmessers ausschließlich durch die Variooptik 8 realisieren läßt.

Die Variooptik 8 dient zur Einstellung der Fokusslage oder auch zur kontinuierlichen Fokus-Variation, um Bilder entlang der optischen Achse zu erzeugen. Hinsichtlich weiterer alternativer Ausgestaltungen der Lochblenden wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung verwiesen.

Bezugszeichenliste

	1	Beleuchtungsstrahlengang (Lichtquelle-Objekt)
	2	Lichtquelle
5	3	Objekt
	4	Detektionsstrahlengang (Detektor-Objekt)
	5	Detektor
	6	Beleuchtungslochblende
	7	Detektionslochblende
10	8	Variooptik
	9	Strahlteiler
	10	Scanner
	11	Objektiv

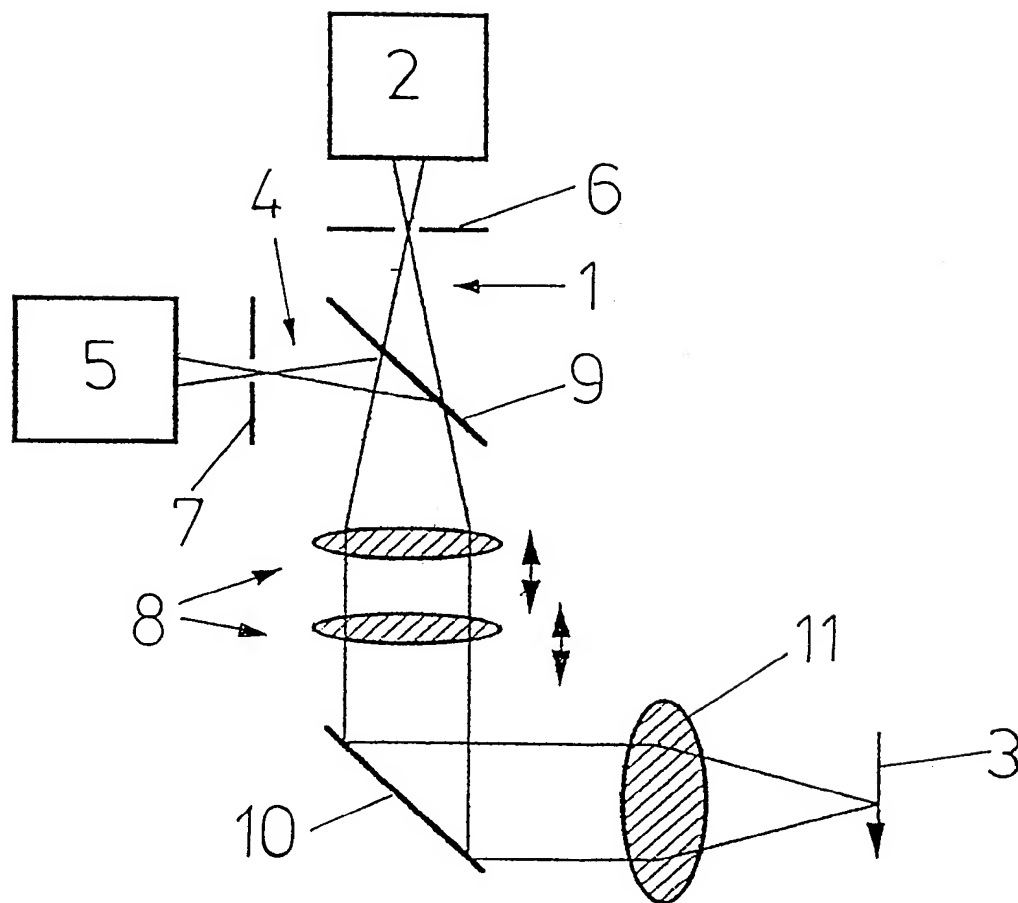
Patentansprüche

1. Optische Anordnung im Strahlengang eines Mikroskops, insbesondere eines konfokalen Rastermikroskops, wobei sowohl im
5 Beleuchtungsstrahlengang (1) zwischen Lichtquelle (2) und Objekt (3), als auch im Detektionsstrahlengang (4) zwischen Detektor (5) und Objekt (3) jeweils eine Lochblende - Beleuchtungslochblende (6) bzw. Detektionslochblende (7) - angeordnet ist, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß mindestens zwischen einer der
10 Lochblenden (6, 7) und dem Objekt (3) eine Variooptik (8) zur Variation des optisch wirksamen Lochblendendurchmessers vorgesehen ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Variooptik (8) nur für die Lichtquelle (2) wirksam ist.
3. Anordnung nach Anspruch 2, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
15 daß die Variooptik (8) zwischen der Beleuchtungslochblende (6) und einem Strahlteiler (9) angeordnet ist.
4. Anordnung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Variooptik (8) nur für den Detektor (5) wirksam ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
20 daß die Variooptik (8) zwischen der Detektionslochblende (7) und einem Strahlteiler (9) angeordnet ist.

6. Anordnung nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
daß die Variooptik (8) sowohl für die Lichtquelle (2) als auch für den
Detektor (5) wirksam ist.
7. Anordnung nach Anspruch 6, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
daß die Variooptik (8) zwischen einem Strahlteiler (9) und dem Objekt (3)
angeordnet ist.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß im Beleuchtungsstrahlengang (1) vor dem
Objekt (3) gegebenenfalls ein Scanner (10) und eine Anordnung von
Objektiven (11) vorgesehen sind.
9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Variooptik derart ausgestaltet ist, daß
restliche Farblängsfehler anderer optischer Komponenten des Mikroskops
ausgeglichen werden.
10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß es sich bei der Variooptik (8) um eine
vorzugsweise motorisierte Zoomoptik handelt.
11. Anordnung nach Anspruch 10, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
daß es sich bei der Zoomoptik um eine in Videokameras übliche Zoomoptik
handelt.
12. Anordnung nach Anspruch 10 oder 11, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Zoomoptik Mittel zum Variieren der
Vergrößerung bei fester Fokalebene oder der Fokalebene bei fester
Vergrößerung vorgesehen sind.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Beleuchtungslochblende (6) als runde
Lochblende mit festem Durchmesser ausgeführt ist.
14. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **d a d u r c h**
5 **g e k e n n z e i c h n e t**, daß die Detektionslochblende (7) als runde
Lochblende mit festem Durchmesser ausgeführt ist.
15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Lochblende durch das Ende einer
Lichtleitfaser darstellbar ist.
- 10 16. Anordnung nach Anspruch 15, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
daß die Lichtleitfaser als Monomode-Faser ausgeführt ist.
17. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Beleuchtungslochblende (6)
unmittelbar durch eine hinreichend kleine Lichtquelle (2) dargestellt ist.
- 15 18. Anordnung nach Anspruch 17, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
daß die Lichtquelle (2) als Kurzbogenlampe ausgeführt ist.
19. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **d a d u r c h**
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Detektionslochblende (7) durch einen
hinreichend kleinen Detektor (5) dargestellt ist.
- 20 20. Anordnung nach Anspruch 19, **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**,
daß der Detektor (5) als ein- oder mehrdimensionales Array ausgeführt ist.

1 / 1

**Fig. 1**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 97/02895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G02B21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 334 830 A (FUKUYAMA HIROYA ET AL) 2 August 1994 see column 2, line 7 - line 18 see column 8, line 58 - line 65 see column 9, line 20 - line 31; figures 1, 13 ---	1, 4, 5, 8, 10-12, 14-17, 19, 20
X	US 4 827 125 A (GOLDSTEIN SETH R) 2 May 1989 see column 5, line 31 - line 57 see column 15, line 64 - line 66; claim 13; figure 1 --- -/--	1, 4, 5, 8, 10-12, 14-17, 19, 20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 March 1998

Date of mailing of the international search report

02/04/1998

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Scheu, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 97/02895

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 161 053 A (DABBS TIMOTHY P) 3 November 1992 see abstract; figures ----	13-16
A	US 5 563 710 A (WEBB ROBERT H ET AL) 8 October 1996 see abstract; figures -----	17, 19, 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 97/02895

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5334830 A	02-08-94	JP 4350818 A JP 6051206 A US 5225671 A	04-12-92 25-02-94 06-07-93
US 4827125 A	02-05-89	AU 1704788 A EP 0362228 A JP 2503959 T WO 8808550 A	02-12-88 11-04-90 15-11-90 03-11-88
US 5161053 A	03-11-92	AU 652713 B AU 610430 B AU 3985489 A AU 617289 A AU 8250391 A WO 9001716 A CA 1325537 A EP 0427755 A EP 0764866 A JP 4500129 T	08-09-94 16-05-91 05-03-90 04-10-91 21-11-91 22-02-90 28-12-93 22-05-91 26-03-97 09-01-92
US 5563710 A	08-10-96	AU 3677595 A WO 9613710 A	23-05-96 09-05-96

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02895

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 G02B21/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 G02B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 334 830 A (FUKUYAMA HIROYA ET AL) 2. August 1994 siehe Spalte 2, Zeile 7 - Zeile 18 siehe Spalte 8, Zeile 58 - Zeile 65 siehe Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 31; Abbildungen 1, 13 ---	1, 4, 5, 8, 10-12, 14-17, 19, 20
X	US 4 827 125 A (GOLDSTEIN SETH R) 2. Mai 1989 siehe Spalte 5, Zeile 31 - Zeile 57 siehe Spalte 15, Zeile 64 - Zeile 66; Anspruch 13; Abbildung 1 --- -/--	1, 4, 5, 8, 10-12, 14-17, 19, 20
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 26. März 1998		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 02/04/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Scheu, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02895

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 161 053 A (DABBS TIMOTHY P) 3.November 1992 siehe Zusammenfassung; Abbildungen ---	13-16
A	US 5 563 710 A (WEBB ROBERT H ET AL) 8.Oktober 1996 siehe Zusammenfassung; Abbildungen -----	17,19,20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02895

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5334830 A	02-08-94	JP 4350818 A	04-12-92
		JP 6051206 A	25-02-94
		US 5225671 A	06-07-93
US 4827125 A	02-05-89	AU 1704788 A	02-12-88
		EP 0362228 A	11-04-90
		JP 2503959 T	15-11-90
		WO 8808550 A	03-11-88
US 5161053 A	03-11-92	AU 652713 B	08-09-94
		AU 610430 B	16-05-91
		AU 3985489 A	05-03-90
		AU 617289 A	04-10-91
		AU 8250391 A	21-11-91
		WO 9001716 A	22-02-90
		CA 1325537 A	28-12-93
		EP 0427755 A	22-05-91
		EP 0764866 A	26-03-97
		JP 4500129 T	09-01-92
US 5563710 A	08-10-96	AU 3677595 A	23-05-96
		WO 9613710 A	09-05-96